

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Attorney Docket No. 249/439

In re patent application of

Serjiy Takovlevich NAVALA, et al.

Group Art Unit: (Unassigned)

Serial No. (Unassigned)

Examiner: (Unassigned)

Filed: Concurrently

For: MAGNETRON CATHODE AND MAGNETRON SPUTTERING APPARATUS  
COMPRISING THE SAME

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA. 22313-1450

Sir:

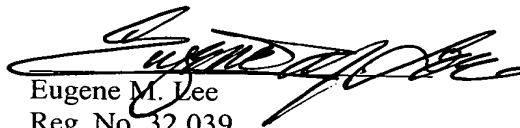
The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Korean Application No. 2003-2731, filed January 15, 2003.

Respectfully submitted,

January 13, 2004  
Date

  
Eugene M. Lee  
Reg. No. 32,039  
Richard A. Sterba  
Reg. No. 43,162

LEE & STERBA, P.C.  
1101 Wilson Boulevard Suite 2000  
Arlington, VA 20009  
Telephone: (703) 525-0978



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출 원 번 호 : 10-2003-0002731  
Application Number

출 원 년 월 일 : 2003년 01월 15일  
Date of Application JAN 15, 2003

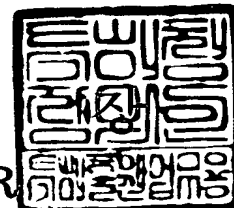
출 원 인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003      년      02      월      07      일

특      허      청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0014
【제출일자】	2003.01.15
【국제특허분류】	H01J
【발명의 명칭】	마그네트론 캐소드 및 이를 채용하는 마그네트론 스퍼터링 장치
【발명의 영문명칭】	Magnetron cathode and magnetron sputtering apparatus
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	나발라 세르기 야고블레비키
【성명의 영문표기】	NAVALA, Sergey Yakovlevic
【주소】	경기도 안양시 동안구 비산3동 삼호아파트 4동 808호
【국적】	RU
【발명자】	
【성명의 국문표기】	톨마체프 유리
【성명의 영문표기】	TOLMACHEV, Yuri
【주소】	수원시 팔달구 영통동 황골마을 주공아파트 158동 1303호
【국적】	RU
【발명자】	
【성명의 국문표기】	마동준
【성명의 영문표기】	MA, Dong Joon

**【주민등록번호】** 581119-1055612  
**【우편번호】** 430-019  
**【주소】** 경기도 안양시 만안구 안양9동 762-2 프라자아파트 6동 1108호  
**【국적】** KR  
**【발명자】**  
**【성명의 국문표기】** 김태완  
**【성명의 영문표기】** KIM, Tae Wan  
**【주민등록번호】** 620804-1046711  
**【우편번호】** 431-737  
**【주소】** 경기도 안양시 동안구 비산3동 비산삼호아파트 4동 808호  
**【국적】** KR  
**【취지】** 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 이해영 (인)  
**【수수료】**  
**【기본출원료】** 20 면 29,000 원  
**【가산출원료】** 7 면 7,000 원  
**【우선권주장료】** 0 건 0 원  
**【심사청구료】** 0 항 0 원  
**【합계】** 36,000 원  
**【첨부서류】** 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

마그네트론 캐소드 및 이를 채용하는 스퍼터링 장치가 개시된다. 개시된 마그네트론 캐소드는, 세 개 이상의 자극부를 가지고 자극부 중 일 자극부는 타 자극부의 내부에 위치하며, 인접하는 상이한 자극부는 상이한 극성을 가지고 동일 자극부는 동방향으로 동일 극성이 배열되는 마그네트를 포함한다. 자기장의 분포를 균일하게 형성하여 타겟의 식각 프로파일을 넓고 균일하게 형성할 수 있다.

**【대표도】**

도 7

**【명세서】****【발명의 명칭】**

마그네트론 캐소드 및 이를 채용하는 마그네트론 스퍼터링 장치{Magnetron cathode and magnetron sputtering apparatus}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 일반적인 마그네트론 스퍼터링 장치를 간략히 나타낸 단면도,

도 2는 종래의 마그네트론 캐소드의 자기력선(magnetic field line)의 분포를 보이는 그래프,

도 3은 도 2에 도시된 마그네트론 캐소드의 최좌측( $x=0$ )으로부터 떨어진 거리에 따른 식각 프로파일을 보이는 그래프,

도 4는 일반 마그네트론 캐소드를 구비하는 종래의 스퍼터링 장치에서 식각이 행해진 타겟을 나타낸 사진,

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 캐소드를 간략히 나타낸 단면도,

도 6a는 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 캐소드의 제1구현예를 간략히 나타낸 평면도,

도 6b는 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 캐소드의 제2구현예를 간략히 나타낸 평면도,

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 스퍼터링 장치를 간략히 나타낸 단면도,

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 캐소드의 중심으로부터 거리에 따른 자기장의 분포를 보인 그래프,

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 스퍼터링 장치에서 타겟의 중심으로부터 떨어진 거리에 따른 식각 프로파일의 변화를 보이는 그래프,

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 스퍼터링 장치에서 타겟의 중심으로부터 거리에 따른 규준화된 두께를 보이는 그래프,

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 스퍼터링 장치에서 식각된 타겟을 보이는 사진,

도 12는 도 11의 타겟의 식각 프로파일을 확대하여 나타낸 사진.

<도면의 주요부분에 대한 부호설명>

31 ; 타겟

33 ; 캐소드

35, 45, 55 ; 마그네트론 캐소드

35a, 45a, 55a ; 제1자극부

35b, 45b, 55b ; 제2자극부

35c, 45c, 55c ; 제3자극부

37 ; 기판

39 ; 애노드

41 ; 진공챔버

43 ; 냉각관

47 ; 지지부

49 ; 가스 노즐

55d ; 제4자극부

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <22> 본 발명은 마그네트론 스퍼터링 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 증착률과 막균질도가 향상된 마그네트론 스퍼터링 장치에 관한 것이다.
- <23> 미소 두께를 지니는 박막을 제조하기 위해서 사용되는 공정은 크게 물리 기상 증착(PVD : physical vapor deposition)법과 화학 기상 증착(CVD : chemical vapor deposition)법이 있다. 화학 기상 증착법은 화학적 반응을 통하여 원하는 물성을 지닌 박막을 얻는데 비해, 물리 기상 증착법은 원하는 물질에 에너지를 가하여 운동에너지를 지니게 하여 기판 상에 쌓이도록 함으로써 박막층을 형성할 수 있도록 하는 것이다.
- <24> 이러한 물리 기상 증착법은 크게 마그네트론 스퍼터링(sputtering)과 증발법(evaporation)으로 나눌 수 있다. 여기서, 이베포레이션(증발법)은 고체 또는 액체를 가열하여 분자 또는 원자로 분해한 다음 기판 표면에 응축시키는 방법으로서 장치 구성이 간단하고 많은 물질을 쉽게 적용할 수 있어서 지금까지 많이 사용되고 있다.
- <25> 스퍼터링법은 고 에너지를 지니는 입자를 원하는 물질로 이루어진 타겟에 충돌시켜 방출되는 물질을 기판에 증착시키는 방법이다. 이러한 스퍼터링은 넓은 면적의 비교적 균일한 두께의 박막을 형성할 수 있고, 합금 박막을 형성시키는 경우 그 조성비의 조절이 다른 증착법에 비해 용이하다. 따라서 반도체 소자(DRAM, SRAM, NVM, LOGIC 등)나 다른 전자 소자의 제조 과정에서 많이 사용되고 있다.



- <26> 또한, 마그네트론 스퍼터링법은 자기장을 사용할 수 있어서 반응기 내부의 공정조건을 저압력, 고밀도 플라즈마 환경으로 조성할 수 있기 때문에 스퍼터링 입자들의 직진성을 높일 수 있어 단차가 있는 부분도 효과적으로 스퍼터링 입자들을 증착시킬 수 있어 스텝 커버리지(Step Coverage)가 향상된다.
- <27> 도 1은 일반적인 마그네트론 스퍼터링 장치를 간략히 나타낸 단면도이다.
- <28> 도 1을 참조하면, 진공 챔버 내부(21)에 기판(17)을 안착시키는 기판 홀더(19)가 위치하고 있으며, 기판 홀더(19)에 대향하여 타겟(11)이 위치한다. 마그네트론 스퍼터링 장치에서는 상기 타겟(11) 후방에 마그네트들(15)을 배치하여 일정한 방향의 자기력선을 형성시킨다. 또한, 공정시 타겟(11)이 마련된 전극(13)에 전압을 인가할 수 있도록, 진공 챔버(21) 외부에는 전원 공급부(27)가 마련되어 있다.
- <29> 챔버(21) 내부에 일정한 진공도가 유지되면 아르곤과 같은 진공 가스가 챔버(21) 내부에 인입되고, 전극(13)에 가해진 음전압에 의해 방전이 일어난다. 그리하여, 전기 방전에 의해 이온화된 가스, 중성분자 및 전자로 이루어진 플라즈마가 형성되고, 가스 이온이 음전압에 의해 가속되어 타겟(11)에 충돌된다. 충돌에 의해 타겟(11) 표면의 원자가 운동에너지를 얻어 타겟(11)으로부터 방출되며, 이러한 원자들이 기판(17)상에 박막의 형태로 증착된다. 이때, 증착되는 박막의 두께는 가해주는 전압, 진공도, 증착 시간 등에 의해 결정되게 된다.
- <30> 하지만, 마그네트론 스퍼터링법에서 스퍼터링 성능을 좌우하는 반응기 내부의 대전 입자, 특히 이차전자의 운동을 효과적으로 제어하는 것은 기술적으로 상당히 어려운 것으로 알려져 있다. 특정 부분에 수평 자기장이 밀집되는 경우 타겟(11)은 불균일하게 식각되며, 기판(17)상에도 불균일한 두께로 타겟(11)의 입자가 증착되게 된다. 또한, 소자

의 고집적화, 저선폭화와 공정 웨이퍼의 크기면에서 대면적에 대한 필요성은 계속 대두되고 있으나, 종래의 마그네트론 캐소드를 채용한 스퍼터링 장치에서는 이와 같은 필요성을 충족시키는 것이 어렵다.

<31> 현재 사용되는 기술 중 마그네트론 무빙 방식의 마그네트론 스퍼터링법이 박막 균일성(Film Uniformity)이 우수한 것으로 알려져 있다. 하지만, 종래의 마그네트론 캐소드는 도 2에 도시된 바와 같이 불균일한 자기장의 분포를 보인다. 도 2는 마그네트론 캐소드의 자기력선(magnetic field line)의 분포를 보이고 있다.

<32> 도 2를 참조하면, 마그네트론 캐소드는 24mm의 폭을 가지며 대략 40mm 폭을 가지는 타겟의 후면에 위치하고 있다. 마그네트론 캐소드로부터 방출되는 자기력선의 밀도는 중심부가 높고 외부로 갈수록 낮아지는 것을 볼 수 있다. 자기력선은 때 마그네트론 캐소드의 최좌측( $r=0$ )으로부터 거리( $r$ )이 12mm 정도 이격된 위치( $r=12\text{mm}$ )에서 밀도가 가장 높으므로 이 위치에서 자기장이 최고값을 나타낸다. 타겟의 표면 즉,  $z=6\text{mm}$  일 때는  $r=0$ 에서 자기력선의 밀도가 가장 높아 자기장이 최대값을 나타내며 점차로 자기장의 세기가 감소하는 불균일한 분포를 보인다. 자기력선의 불균일한 분포는 도 3에 도시된 바와 같이 불균일한 식각 프로파일의 원인이 된다.

<33> 도 3은 도 2에 도시된 마그네트론 캐소드의 최좌측( $x=0$ )으로부터 떨어진 거리에 따른 식각 프로파일을 보이는 그래프이다.

<34> 도 3을 참조하면, (a)는  $0.027\text{kWhcm}^{-2}$ , (b)는  $0.051\text{kWhcm}^{-2}$ , (c)는

0.099kWhcm<sup>-2</sup>의 파워로 증착을 각각 행한 경우 중심으로부터의 거리에 따른 식각 프로파일의 변화를 보인 그래프이다. 도 3을 참조하면, (a), (b) 및, (c) 모두 타겟의 좌측변(x=0)으로부터 3cm 정도의 거리에서 식각 프로파일이 가장 깊게 형성되는 것을 볼 수 있으며 파워가 증가할수록 식각되는 깊이가 점점 커지는 것을 볼 수 있다. 여기서, 그래프의 x축 상부는 x거리의 비교치를 나타낸다.

<35> 도 4는 일반 마그네트론 캐소드를 구비하는 종래의 스퍼터링 장치에서 식각이 행해진 타겟을 나타낸 사진이다.

<36> 사진을 참조하면, 식각된 부분이 폭이 좁은 환형으로 형성되어 있으며 타 부분에 비해 식각 정도가 심하여 식각 프로파일이 불균형하게 형성된 것을 볼 수 있다.

<37> 이러한 마그네트론 캐소드 기술은 현재의 저선폭(0.14??m이하), 고종횡비(aspect ratio)(5:1 이상)공정에서 비대칭 증착, 박막 균일성 불량, 국소적인 타겟 침식에 의한 물질 사용의 비효율화 현상을 초래한다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<38> 따라서, 본 발명이 이루고자하는 기술적 과제는 상술한 종래 기술의 문제점을 개선하기 위한 것으로서, 타겟을 균일하게 식각하여 증착률과 막균질도를 향상시킬 수 있는 마그네트론 캐소드 및 이를 장착한 마그네트론 스퍼터링 장치를 제공하는 것이다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<39> 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명은,

<40> 세 개 이상의 자극부를 가지고 상기 자극부 중 일 자극부는 타 자극부의 내부에 위치하며, 인접하는 상이한 자극부는 상이한 극성을 가지고 동일 자극부는 동방향으로 동

일 극성이 배열되는 마그네트를 포함하는 것을 특징으로 하는 마그네트론 캐소드를 제공한다.

- <41> 여기서, 상기 세 개 이상의 자극부는 동축을 가지고 축대칭으로 배열된다.
- <42> 상기 자극부 중 최내부에 위치하는 자극부는 내부에 공동을 포함하는 것이 바람직하다.
- <43> 상기 자극부는 원형 또는 다각형으로 형성될 수 있다.
- <44> 상기 자극부 중 동일 자극부는 동방향으로 동일 극성이 배열되는 복수개의 마그네트로 이루어질 수 있다.
- <45> 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명은 또한,
- <46> 기판이 장착되는 제1전극;
- <47> 상기 기판에 대향하며, 상기 기판에 증착되는 물질로 이루어진 타겟;
- <48> 상기 타겟의 배면에 위치하는 제2전극;
- <49> 상기 제2전극의 후면에 위치하며, 세 개 이상의 자극부를 가지고 상기 자극부 중 일 자극부는 타 자극부의 내부에 위치하며, 인접하는 상이한 자극부는 상이한 극성을 가지고 동일 자극부는 동일 극성의 마그네트를 포함하는 마그네트론 캐소드; 및
- <50> 상기 마그네트론 캐소드를 지지하는 지지부;를 구비하는 것을 특징으로 하는 마그네트론 스퍼터링 장치를 제공한다.
- <51> 여기서, 상기 세 개 이상의 자극부는 동축을 가지고 축대칭으로 배열된다.
- <52> 상기 자극부 중 최내부에 위치하는 자극부는 내부에 공동을 포함할 수 있다.

- <53>       상기 지지부의 내부에는 공동으로 냉각수가 흐르는 냉각관이 통과하는 것이 바람직하다.
- <54>       상기 자극부는 원형 또는 다각형으로 형성된다.
- <55>       상기 자극부 중 동일 자극부는 동방향으로 동일 극성이 배열되는 복수개의 마그네트로 이루어진다.
- <56>       상기 기판은 상기 타겟 폭의 1/4이하로 근접하게 위치하는 것이 바람직하다.
- <57>       상기 타겟의 근처에 불활성 기체를 공급하는 노즐이 더 구비될 수 있다.
- <58>       상기 제1전극은 애노드이고 상기 제2전극은 캐소드이다.
- <59>       본 발명은 세 개 이상의 자극부를 가지도록 자극 구조를 형성하여 자기장의 분포를 균일하게 한다.
- <60>       이하 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 캐소드 및 이를 채용하는 마그네트론 스퍼터링 장치를 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- <61>       도 5는 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 캐소드를 간략히 나타낸 단면도이다.
- <62>       도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 캐소드는, 인접하는 자극이 서로 상이한 세 개 이상의 자극부를 구비하고, 동일 자극부에 위치하는 마그네트들은 동일 극성이 타겟을 향하며, 자극부의 내부에 위치하는 다른 자극부는 상이한 극성이 타겟을 향한다. 예를 들어 도 5에서 도시된 바와 같이 제1자극부(35a)는 S극이 타겟을 향하도록 최내부에 배열되며, 제2자극부(35b)는 N극이 타겟을 향하도록 제1자극부(35a)의 외부에 배열되며, 제3자극부(35c)는 S극이 타겟을 향하도록 제2자극부(35b)의 외부에 배

열된다. 제1자극부(35a)의 내부에는 공동이 형성되어 있다. 이것은 이후 스퍼터링 장치에 채용될 때 냉각수가 통과하는 통로로서의 역할을 하게 된다.

<63> 자기력선은 제2자극부(35b)로부터 나와서 제1 및 제3자극부(35a)(35c)로 들어간다. 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 캐소드의 자기력선의 분포는 자극을 복수개로 분할하여 종래의 자기력선의 분포에 비해 좀 더 균일하게 형성시킬 수 있다.

<64> 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 캐소드의 제1 및 제2구현예를 보이고 있다.

<65> 도 6a를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 캐소드의 제1구현예는 제1 내지 제3자극부(45a, 45b, 45c)가 각각 복수개의 마그네트로 이루어지는 것을 특징으로 한다. 동일 자극부는 동일 극성의 마그네트로 이루어지고 동일 방향을 향하며 원형으로 배열된다. 이와 같은 마그네트의 분포는 더욱 균일한 자기장의 분포를 가능하게 한다.

<66> 도 6b를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 캐소드의 제2구현예는 제1 내지 제4자극부(55a, 55b, 55c, 55d)가 직사각형의 형태로 이루어지며 서로 상이한 자극이 인접하도록 배열된다. 제1구현예의 동일 자극부는 단일의 마그네트로 이루어져 있으나, 제2구현예와 유사하게 복수의 마그네트를 직사각형의 형태로 배열시켜 동일 자극부를 형성할 수 있다. 도 6a 및 6b에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 캐소드의 구현방법은 다양하게 할 수 있다. 일 자극을 이루는 마그네트는 단일 또는 복수의 마그네트로 형성할 수 있으며 그 형태는 원형 또는 다각형으로 형성될 수 있다.

- <67> 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 스퍼터링 장치를 간략히 나타낸 단면도이다. 도 7에 도시된 마그네트로 스퍼터링 장치는 도 5에 도시된 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 캐소드를 구비하고 있다.
- <68> 도 7을 참조하면, 진공챔버(41)와, 진공챔버(41)내에 마련되는 기판(37)이 장착되는 애노드(39)와, 기판(37)과 대향하며 기판(37)에 증착되는 물질로 이루어진 타겟(31)과, 타겟(31)의 배면에 장착되는 캐소드(33)와, 타겟(31)의 후면에 마련되며 중심부에 배열되는 제1자극부(35a)와 인접하는 마그네트의 극성이 반대가 되도록 상기 제1자극부(35a)를 둘러싸는 제2자극부(35b)와 제2자극부와 반대극성으로 배열되는 제3자극부(35c)를 포함하는 마그네트론 캐소드(35) 및, 마그네트론 캐소드(35)를 지지하며 회전시키는 지지부(47)를 구비한다.
- <69> 지지부(47)는 마그네트론 캐소드(35)를 기판(37)에 대해 회전시키는데, 마그네트론 캐소드(35)의 균일한 자기장 분포에 의해 생성되는 플라즈마는 캐소드(33)에 근접하여 속박되므로 마그네트론 캐소드(35)의 회전에 의한 플라즈마 분포의 변화는 미미하여 식각 프로파일 특성에 영향을 미치지 아니한다. 지지부(47)의 내부에는 냉각수를 통과시키는 냉각관(43)이 위치하여 스퍼터링 공정 수행시 캐소드(33)의 온도를 조절한다. 마그네트론 캐소드(35)의 공동을 통과하여 냉각수를 흐르게 하여 캐소드(33)를 냉각시킴으로써 고전력을 인가한 상태에서 고증착률로 스퍼터링을 실행할 수 있다.
- <70> 본 발명의 실시예에 따른 스퍼터링 장치에는, 캐소드(33)에 근접하여 가스 노즐(49)을 위치시켜 아르곤 가스와 같은 반응 가스를 공급함으로써 플라즈마를 좀 더 효과적으로 생성할 수 있다.

- <71> 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 캐소드는 상술한 바와 같이 균일한 자기장 분포를 가지므로 타겟(31)의 표면에 근접하여 플라즈마를 속박시킬 수 있다. 따라서, 타겟(31)과 기판(37)을 근접시켜 증착률을 향상시킬 수 있다. 근거리 증착을 실행하면 마그네트론을 회전시키더라도 자기장의 분포나 식각 프로파일의 특성 변화 없이 스퍼터링을 실행할 수 있다.
- <72> 또한 본 발명은 기존의 마그네트론 스퍼터링 설비 구조, 즉 캐소드(타겟 전극)가 장치 내부에서 상단부에 위치하고 애노드(기판전극)가 하단부에 위치하는 구조에서 벗어나 캐소드와 애노드의 위치를 정반대의 위치(upside down)로 가져갈 수 있도록 설계될 수 있다.
- <73> 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 캐소드의 중심으로부터 거리에 따른 자기장의 분포를 보인 그래프이다.  $B_r$ 은 래디얼 방향의 자기장의 분포를 보이고 있으며  $B_z$ 는 Z축방향 즉, 마그네트론 캐소드의 표면에 대해 직교하는 방향의 자기장의 분포를 보이고 있다. 그래프로부터 마그네트론 캐소드의 중심으로부터 18mm 정도 떨어진 거리에서  $B_r$ 이 가장 크며,  $B_z$ 는 마그네트론 캐소드로부터 9~10mm 정도 이격된 거리가 가장 크게 나타나는 것을 볼 수 있다.  $B_r$ 의 세기 분포로부터 마그네트론 캐소드의 중심으로부터 18mm 정도 이격된 거리에서 타겟의 프로파일 식각이 가장 많이 일어날 것을 추측할 수 있으며,  $B_z$ 의 세기 분포로부터 타겟의 두께를 6mm 정도로 설정할 때 타겟으로부터 4mm 정도의 거리까지 자기력선의 밀도가 높게 분포하여 포획되는 플라즈마 이온이 이 영역에 주로 트랩될 것을 추측할 수 있다.
- <74> 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 스퍼터링 장치에서 타겟의 중심으로부터 떨어진 거리에 따른 식각 프로파일의 변화를 보이는 그래프이다.



- <75> 도 9를 참조하면, 타겟의 중심에서 18mm 정도 떨어진 거리에서 타겟이 식각되는 깊이가 0.7mm 정도에 달하며, 타겟의 중심으로부터 떨어진 거리가 18~22mm의 범위에서 가장 깊게 식각되는 것을 볼 수 있다.
- <76> 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 스퍼터링 장치에서 타겟의 중심으로부터 거리에 따른 표준화된 두께를 보이고 있다.
- <77> 실험을 위해 2inch의 폭을 가지는 타겟을 채용하고 20~400W의 파워를 인가한 상태에서 타겟과 기판 사이의 거리( $d_{ST}$ )를 4cm, 5cm, 6cm, 8cm로 조절하며 스퍼터링을 행한다. 그래프로부터  $d_{ST}$ 가 커질수록 표준화된 두께는 증가하는 것을 볼 수 있다. 예를 들어, RF 파워가 200W이고  $d_{ST}$ 가 5cm인 경우  $SiO_2$  필름의 증착률은 41.6nm/min이고 Cu 필름의 증착률은 199nm/min을 나타낸다.
- <78> 도 11 및 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 스퍼터링 장치에서 식각된 타겟을 보이는 사진이다. 도면을 참조하면, 중심으로부터 일정 거리에 링형의 식각 영역이 형성되어 있음을 볼 수 있다. 도 11 및 도 12와 도 4의 식각 프로파일을 비교해보면, 종래의 식각 프로파일에 비해 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 캐소드를 채용하는 스퍼터링 장치에서 식각된 타겟의 식각 프로파일의 폭이 더 넓게 형성되어 있음을 볼 수 있다. 이로부터 본 발명의 실시예에 따른 마그네트론 캐소드를 이용하여 타겟을 균일하게 식각할 수 있음을 알 수 있다.
- <79> 본 발명은 마그네트론 스퍼터링 장치에 장착되는 마그네트론 캐소드를 세 개 이상의 극성을 가지도록 배열함으로써 타겟의 식각 프로파일을 고르게 형성하여 박막 증착률을 향상시킬 수 있다. 또한, 가요성 기판 상에 저온으로 증착을 행할 수 있으며, 마그네트론 캐소드를 이동시키더라도 식각 프로파일의 특성을 일정하게 유지할 수 있다.

<80>       상기한 설명에서 많은 사항이 구체적으로 기재되어 있으나, 그들은 발명의 범위를 한정하는 것이라기보다, 바람직한 실시예의 예시로서 해석되어야 한다.

<81>       예를 들어 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상에 의해 마그네트론 캐소드를 구성하는 자극부를 다양한 형태로 형성할 수 있을 것이다. 때문에 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 의하여 정하여 질 것이 아니고 특허 청구범위에 기재된 기술적 사상에 의해 정하여져야 한다.

#### 【발명의 효과】

<82>       상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 마그네트론 캐소드 및 이를 채용하는 스퍼터링 장치의 장점은 자기장의 분포를 균일하게 하여 타겟을 균일하게 식각할 수 있으며 이에 의해 증착률을 향상시키고 막질이 양호한 스퍼터링을 실행할 수 있다는 것이다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

세 개 이상의 자극부를 가지고 상기 자극부 중 일 자극부는 타 자극부의 내부에 위치하며, 인접하는 상이한 자극부는 상이한 극성을 가지고 동일 자극부는 동일 극성의 마그네트를 포함하는 것을 특징으로 하는 마그네트론 캐소드.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서,

상기 세 개 이상의 자극부는 동축을 가지고 축대칭인 것을 특징으로 하는 마그네트론 캐소드.

**【청구항 3】**

제 1 항에 있어서,

상기 자극부 중 최내부에 위치하는 자극부는 내부에 공동을 포함하는 것을 특징으로 하는 마그네트론 캐소드.

**【청구항 4】**

제 1 항에 있어서,

상기 자극부는 원형으로 형성되는 것을 특징으로 하는 마그네트론 캐소드.

**【청구항 5】**

제 1 항에 있어서,

상기 자극부는 다각형으로 형성되는 것을 특징으로 하는 마그네트론 캐소드.

**【청구항 6】**

제 4 항 또는 제 5 항에 있어서,

상기 자극부 중 동일 자극부는 동방향으로 동일 극성이 배열되는 복수개의 마그네트로 이루어지는 것을 특징으로 하는 마그네트론 캐소드.

**【청구항 7】**

기판이 장착되는 제1전극;

상기 기판에 대향하며, 상기 기판에 증착되는 물질로 이루어진 타겟;

상기 타겟의 배면에 위치하는 제2전극;

상기 제2전극의 후면에 위치하며, 세 개 이상의 자극부를 가지고 상기 자극부 중 일 자극부는 타 자극부의 내부에 위치하며, 인접하는 상이한 자극부는 상이한 극성을 가지고 동일 자극부는 동방향으로 동일 극성이 배열되는 마그네트를 포함하는 마그네트론 캐소드; 및

상기 마그네트론 캐소드를 지지하는 지지부;를 구비하는 것을 특징으로 하는 마그네트론 스퍼터링 장치.

**【청구항 8】**

제 7 항에 있어서,

상기 세 개 이상의 자극부는 동축을 가지고 축대칭인 것을 특징으로 하는 마그네트론 스퍼터링 장치.

**【청구항 9】**

제 7 항에 있어서,

상기 자극부 중 최내부에 위치하는 자극부는 내부에 공동을 포함하는 것을 특징으로 하는 마그네트론 스퍼터링 장치.

【청구항 10】

제 8 항에 있어서,

상기 지지부의 내부에는 공동으로 냉각수가 흐르는 냉각관이 통과하는 것을 특징으로 하는 마그네트론 스퍼터링 장치.

【청구항 11】

제 7 항에 있어서,

상기 자극부는 원형으로 형성되는 것을 특징으로 하는 마그네트론 스퍼터링 장치.

【청구항 12】

제 7 항에 있어서,

상기 자극부는 다각형으로 형성되는 것을 특징으로 하는 마그네트론 스퍼터링 장치.

【청구항 13】

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 자극부 중 동일 자극부는 동방향으로 동일 극성이 배열되는 복수개의 마그네트로 이루어지는 것을 특징으로 하는 마그네트론 스퍼터링 장치.

【청구항 14】

제 7 항에 있어서,

상기 기판은 상기 타겟 폭의 1/4이하로 근접하게 위치하는 것을 특징으로 하는 마그네트론 스퍼터링 장치.

【청구항 15】

제 7 항에 있어서,

상기 타겟의 근처에 불활성 기체를 공급하는 노즐이 더 구비되는 것을 특징으로 하는 마그네트론 스퍼터링 장치.

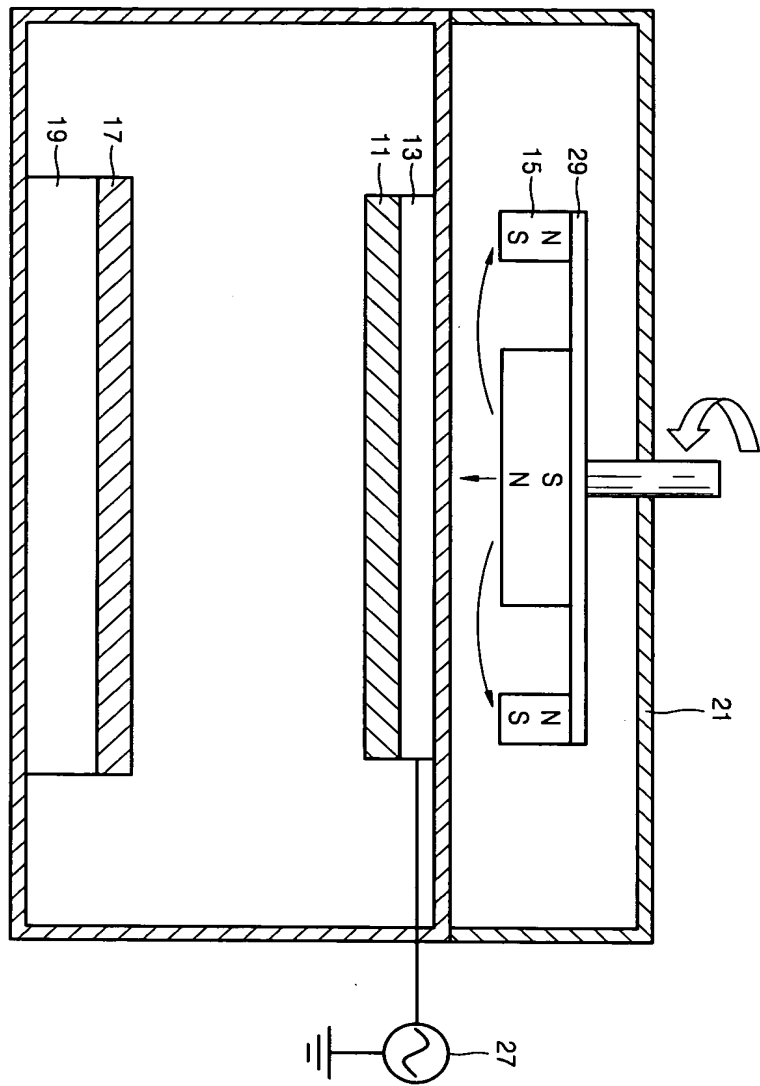
【청구항 16】

제 7 항에 있어서,

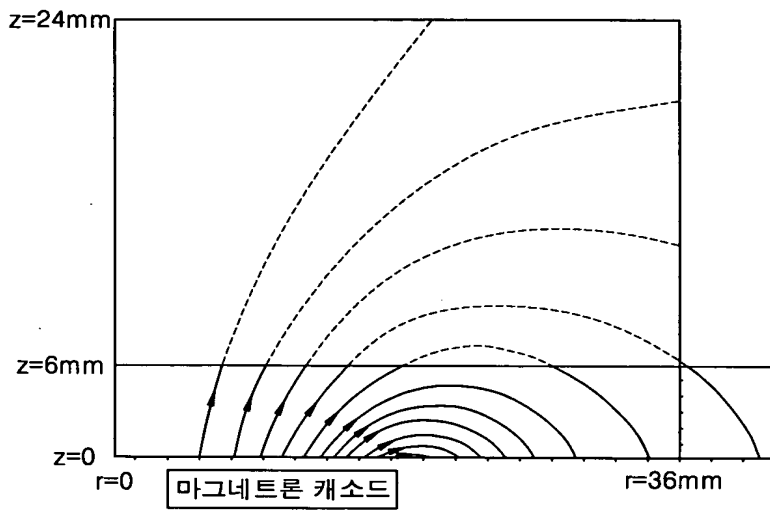
상기 제1전극은 애노드이고 상기 제2전극은 캐소드인 것을 특징으로 하는 마그네트론 스퍼터링 장치.

【도면】

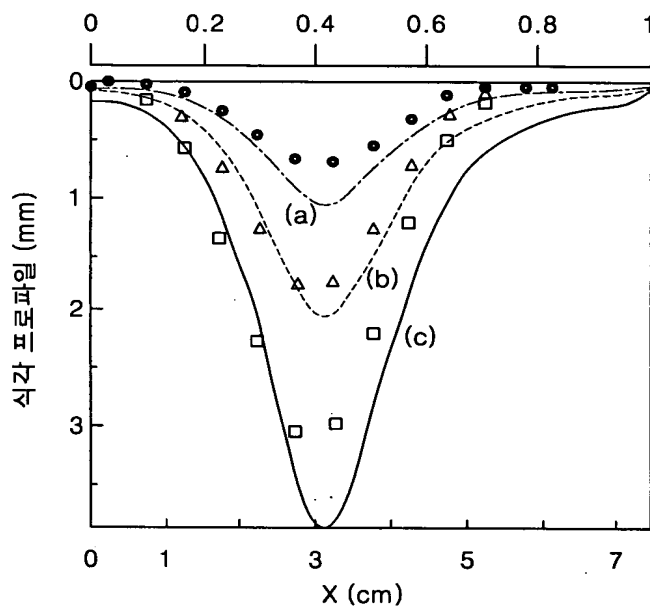
【도 1】



【도 2】

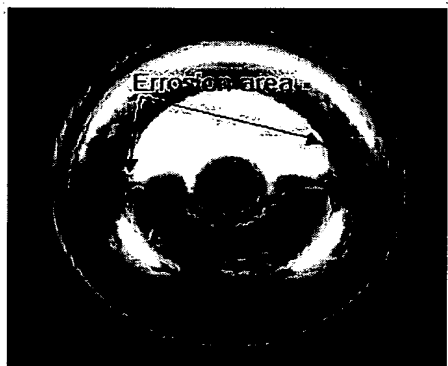


【도 3】

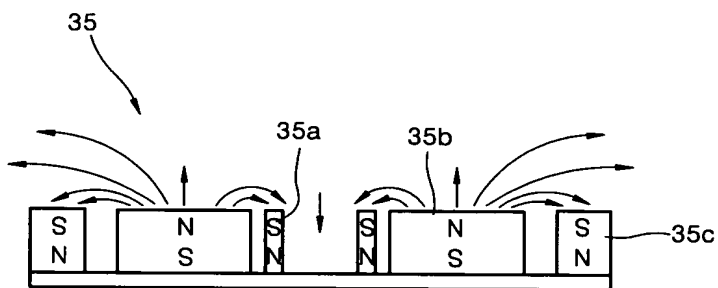




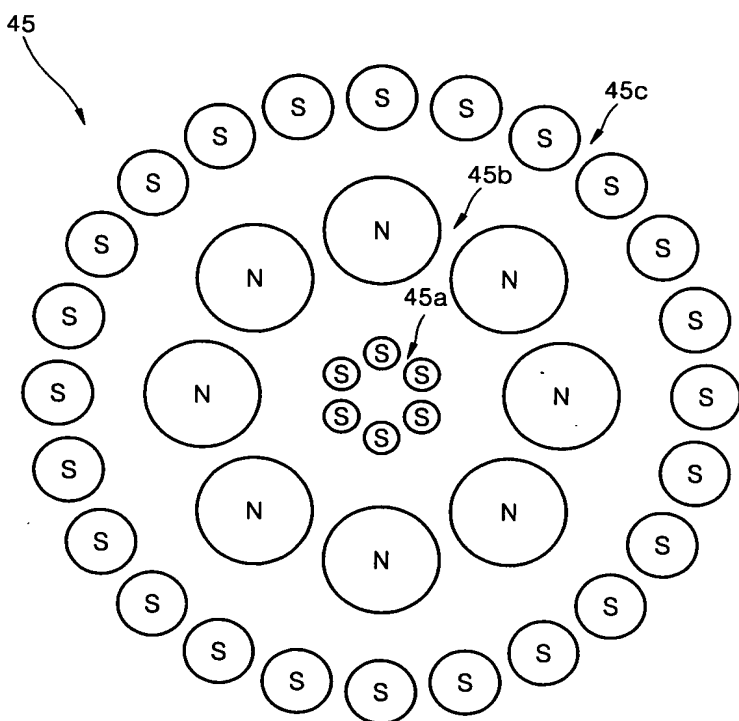
【도 4】



【도 5】

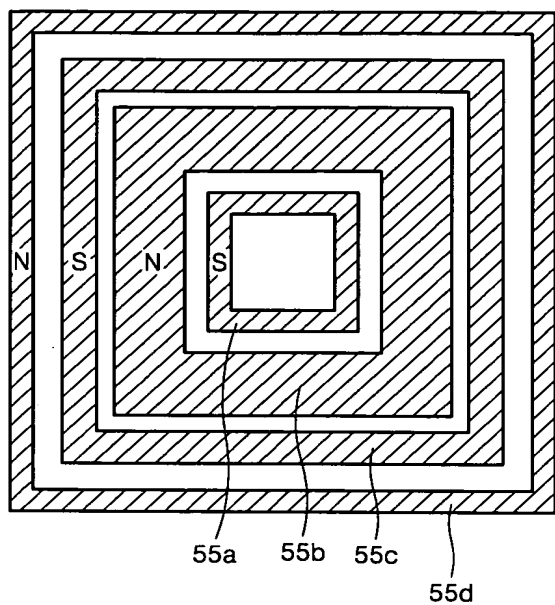


【도 6a】

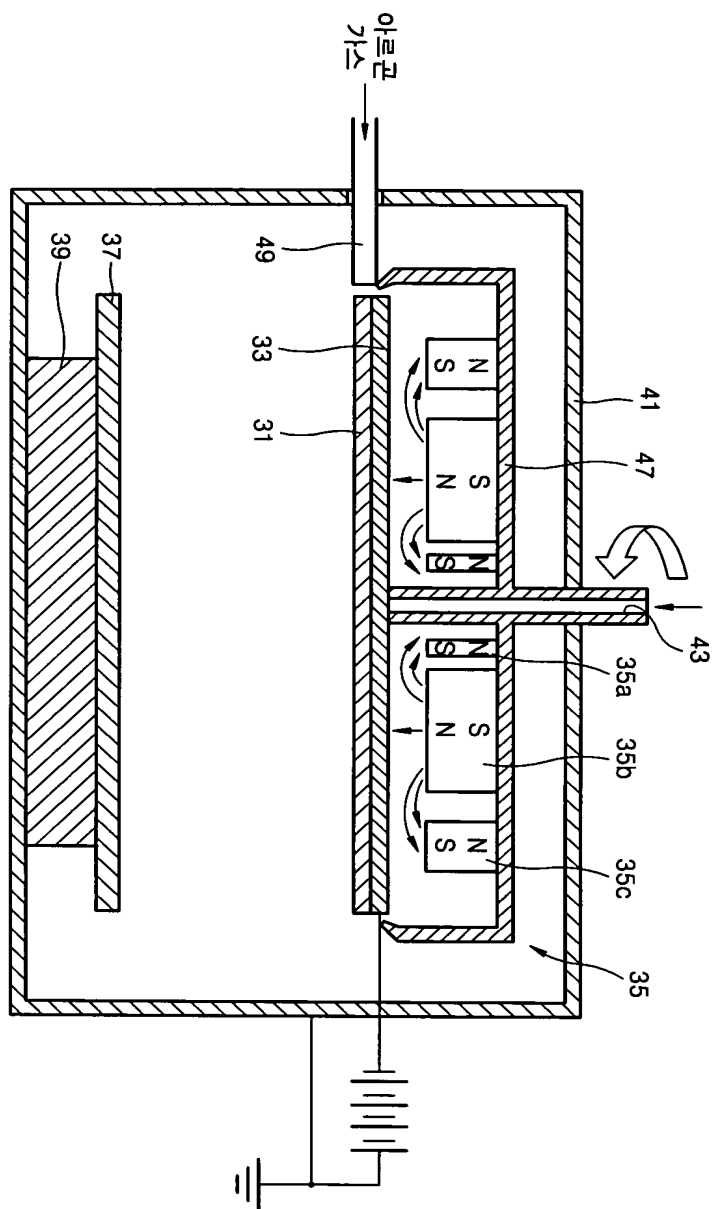


【도 6b】

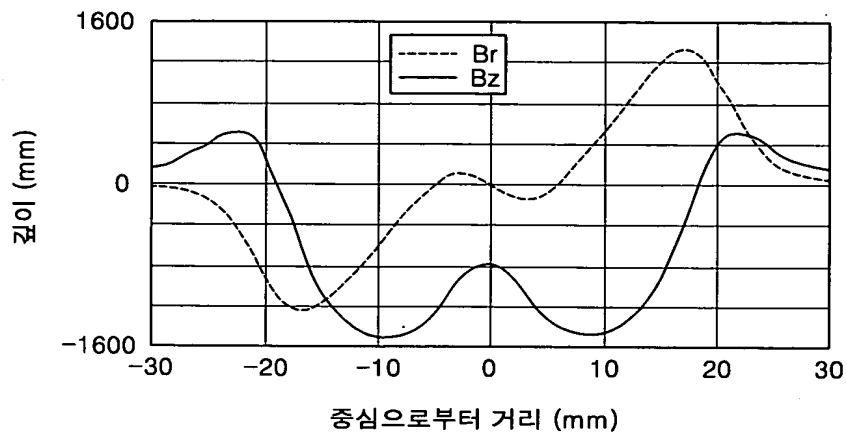
55



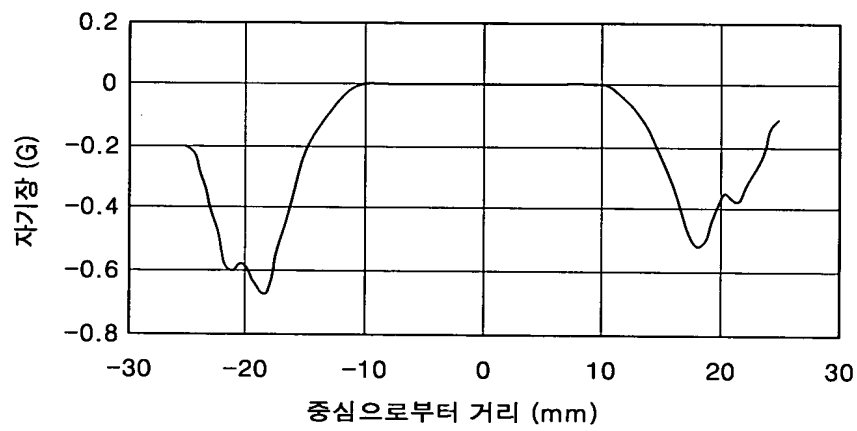
【도 7】



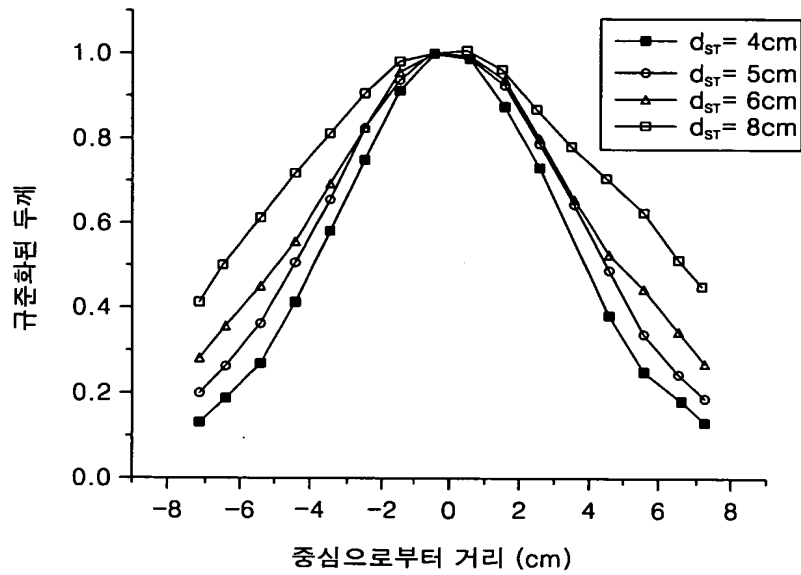
【도 8】



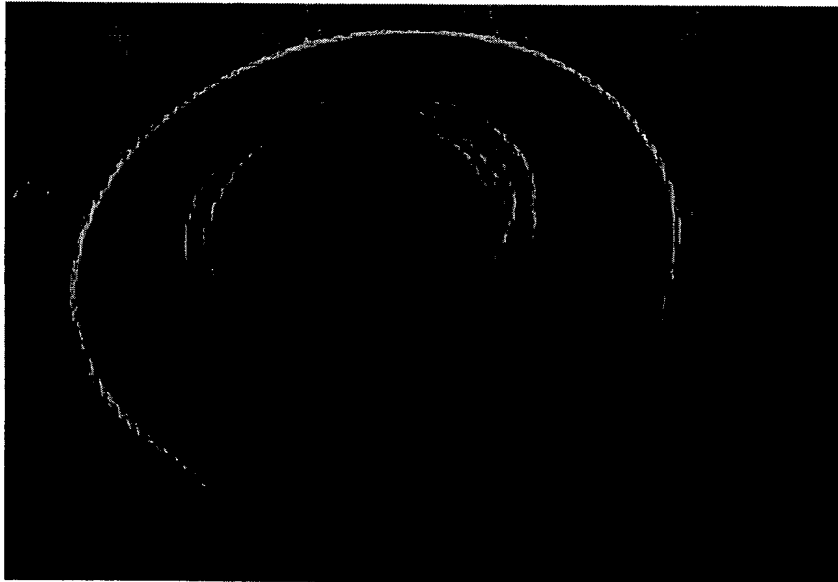
【도 9】



【도 10】



【도 11】



【도 12】

